

ESTUDIO “EFICIENCIA ENERGÉTICA Y USO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE CASTILLA Y LEÓN: USO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN LOS POLÍGONOS INDUSTRIALES”

Apartado 3: Resultados del estudio de viabilidad de instalaciones/procesos industriales con alta probabilidad de éxito para la integración de las energías renovables



Estudio realizado en el marco del “Grupo de Trabajo del Sector Energético” de la Fundación Anclaje, en el ámbito del III Acuerdo Marco para la Competitividad e Innovación Industrial de Castilla y León 2014-2020 y, subvencionado por la Agencia de Innovación, Financiación e Internacionalización Empresarial de Castilla y León, Junta de Castilla y León.

Financiado por



Ade

Agencia de Innovación, Financiación
e Internacionalización Empresarial

Dirigido por:

cecale

Asistencia Técnica:

ITCL

Estudio realizado en el marco del "Grupo de Trabajo del Sector Energético" de la Fundación Anclaje, en el ámbito del III Acuerdo Marco para la Competitividad e Innovación Industrial de Castilla y León 2014-2020 y, subvencionado por la Agencia de Innovación, Financiación e Internacionalización Empresarial de Castilla y León, Junta de Castilla y León.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	INTEGRACIÓN DE DATOS	6
2.1	Empresas seleccionadas.....	6
2.2	Recopilación de datos para el estudio	7
2.3	Resultados de la recopilación de datos.....	8
2.3.1	<i>Típicos sectores identificados</i>	8
2.3.2	<i>Típicos procesos identificados</i>	9
2.3.3	<i>Típicas temperaturas de trabajo en los procesos</i>	10
2.3.4	<i>Histograma de consumos, precios energéticos y demandas</i>	11
2.4	Tipología de instalaciones planteadas	15
2.4.1	<i>Procesos seleccionados</i>	15
2.4.1	<i>Temperaturas de trabajo seleccionadas</i>	16
3	ELABORACIÓN DE PROPUESTAS	17
3.1	Método de cálculo de las propuestas	17
3.2	Selección del tipo de captador y demás elementos.....	18
3.3	Método de cálculo	20
3.4	Resultados de las propuestas.....	23
3.5	Indicadores de viabilidad económica	25
3.5.1	<i>Proveedores/instaladores de energía solar térmica</i>	25
3.5.2	<i>Costes de inversión de las propuestas</i>	27
3.5.1	<i>Retorno de la inversión (viabilidad económica)</i>	29
3.5.2	<i>Viabilidad económica según costes de mantenimiento</i>	31
4	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ECONÓMICO	32
	ANEXO 1: TABLA RESUMEN DE CASOS DE ESTUDIO	33

Índice de Gráficos

<i>Gráfico 1. Distribución por sectores de las empresas seleccionadas</i>	8
<i>Gráfico 2. Distribución de empresas por t^a de trabajo</i>	10
<i>Gráfico 3. Distribución de empresas por consumo energético anual</i>	11
<i>Gráfico 4. Distribución de empresas por uso de combustible</i>	12
<i>Gráfico 5. Distribución de consumos por uso de combustible</i>	12
<i>Gráfico 6. Distribución de coste energético por tipo de combustible</i>	13
<i>Gráfico 7. Distribución de empresas por demanda a cubrir con energía solar</i>	14
<i>Gráfico 8. Distribución de empresas por t^a de trabajo</i>	16
<i>Gráfico 9. Distribución de empresas según % de cobertura solar</i>	23
<i>Gráfico 10. Alcance del % de cobertura solar</i>	23
<i>Gráfico 11. Distribución de empresas según coste inversión inicial</i>	27
<i>Gráfico 12. Ratio €/m² vs. Coste inversión inicial (€)</i>	28
<i>Gráfico 13. Distribución de empresas según retorno de la inversión</i>	29
<i>Gráfico 14. Retorno de la inversión vs. Coste inversión inicial (€)</i>	30

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Filtrado de empresas candidatas para el estudio de viabilidad</i>	6
<i>Tabla 2. Características de colector solar de aire</i>	18
<i>Tabla 3. Características de colector solar de agua</i>	18

1 INTRODUCCIÓN

En este entregable se recopilarán los resultados de los estudios de viabilidad realizados a las empresas seleccionadas como aquellas que podían tener una mayor probabilidad de éxito en la implantación de energía solar térmica.

El trabajo se desarrollará en dos tareas:

- Integración de datos: durante esta fase se analizará en detalle la información recopilada en las visitas a las 25-30 empresas que forman parte de los casos de estudio identificados como más interesantes. Los estudios contendrán un análisis de viabilidad técnica y económica para determinar la idoneidad o no de la ejecución de las instalaciones basadas en energías renovables.
- Elaboración de propuestas: de las instalaciones de energías renovables más viables se realizará un pre-diseño de las instalaciones y la simulación económica detallada de la inversión y explotación de la nueva instalación. Para ello se analizarán conceptos como inversión necesaria, ahorros generados por reducción de consumo de combustibles fósiles, retorno de la inversión, coste de financiación, reducciones de emisiones al medio ambiente ahorro energético.
Como resultado se obtendrán 25-30 propuestas de implantación de instalaciones renovables en el ámbito industrial de detalle, acompañados de sus correspondientes estudios económicos.

2 INTEGRACIÓN DE DATOS

En este apartado se recopilarán los datos empleados para elaborar los estudios de viabilidad.

2.1 Empresas seleccionadas

En primer lugar, se partirá de un listado de empresas previamente filtrado con el fin de seleccionar aquellas cuya probabilidad de éxito de implantación sea mayor y cuyo personal esté más concienciado en la incorporación de EERR en el sector industrial.

Para preservar la Ley de Protección de Datos y garantizar el anonimato de las empresas, se asignará un número de referencia a cada una de ellas y se identificarán por su sector o actividad y provincia.

Nº	Sector	Provincia
01	Lavanderías	Burgos
03	Automoción	Burgos
05	Alimentación	Burgos
06	Automoción	Burgos
08	Alimentación	Burgos
10	Piensos	Burgos
13	Alimentación	Valladolid
15	Bebidas	Valladolid
17	Automoción	Valladolid
22	Alimentación	León
25	Alimentación	León
31	Alimentación	León
38	Bebidas	Burgos
44	Papel y madera	Palencia
46	Alimentación	Segovia
47	Alimentación	Salamanca
49	Bebidas	Segovia
50	Farmacéutico	Soria
51	Maderero	Soria
52	Alimentación	Soria
53	Alimentación	León
55	Farmacéutico	Soria
60	Alimentación	Segovia
65	Piensos	Segovia
67	Bebidas	Burgos
Nº empresas = 25		

Tabla 1. Filtrado de empresas candidatas para el estudio de viabilidad

A partir de esta selección de empresas, se comenzará a realizar para cada una de ellas el estudio de viabilidad para la implantación de energía solar térmica.

En el ANEXO 1 de este documento se recopilarán los distintos estudios realizados con todos los datos empleados y los resultados del estudio que se han analizado en este entregable.

2.2 Recopilación de datos para el estudio

La primera fase de los estudios será la recopilación de datos necesarios para los cálculos de las propuestas. Para ello se han realizado visitas a las instalaciones de cada empresa participante donde, a partir de la información introducida en la encuesta, se ha validado si los datos de los que disponemos son válidos y se ha solicitado información adicional.

La información solicitada en esta fase ha sido:

- Inventario definitivo de equipos generadores de energía térmica
- Perfil de consumo mensual de combustible durante un año (consumo y coste)
- Inventario de procesos térmicos susceptible de incorporar energía solar térmica
 - Breve descripción
 - Temperatura de trabajo
 - Caudal energético
 - Carga de trabajo anual y horas de uso diario
- Superficie disponible para campo de captación solar
- Espacio disponible para instalación de equipos de intercambio, bombeo y depósitos

Esta información servirá para determinar el perfil de demanda anual de la empresa y dará información valiosa para saber qué procesos elegir para que sean abastecidos con energía solar térmica.

2.3 Resultados de la recopilación de datos

A partir de las fichas elaboradas para cada una de las empresas seleccionadas como candidatas, se han analizado los datos recopilados que contiene obteniendo los siguientes resultados:

2.3.1 Típicos sectores identificados

Dentro del listado de empresas con mayor probabilidad de éxito en la implantación de renovables, tenemos los siguientes sectores:

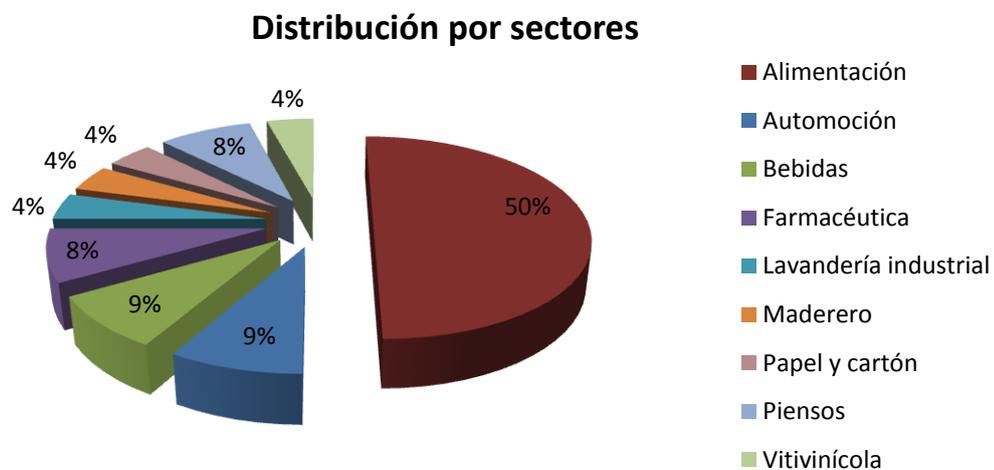


Gráfico 1. Distribución por sectores de las empresas seleccionadas

Como vemos en el gráfico, predomina sobre todo el sector **Alimentación**, representando el 50% de las empresas seleccionadas, debido principalmente a los procesos de limpieza y saneamiento con agua caliente. El resto de categorías se distribuye de manera similar, destacando ligeramente por encima las empresas del sector **Automoción, Bebidas, Farmacéutica y Piensos**.

2.3.2 Típicos procesos identificados

Los procesos más comunes y con mayor probabilidad de éxito identificados dentro de los sectores del apartado anterior son:

- **Procesos relacionados con limpieza y saneamiento:** estos procesos emplean generalmente agua caliente entre 60 y 80°C para la limpieza de equipamiento dentro del sector alimentación y bebidas. El volumen de agua empleado puede ser muy variable dependiendo de la empresa.
- **Procesos relacionados con tratamientos térmicos:** dentro de este tipo de procesos existen varias opciones:
 - En el sector alimentación, normalmente se requieren tratamientos térmicos a alta temperatura por motivos de seguridad alimentaria (pasteurización, cocción, etc.). Generalmente se trata de calentar un fluido desde una temperatura baja (T^a conservación o ambiente) hasta unos 90-95°C (T^a de pasteurización, cocción, etc.). En estos casos la instalación solar trabajará de manera adecuada ya que el salto térmico a vencer favorecerá la transferencia de calor entre el fluido caloportador y el fluido del proceso.
 - En otros sectores, se requiere calentar un fluido térmico para procesos que requieren mantener una temperatura elevada en el proceso. En estos casos, se trata de un fluido en circuito cerrado que trabaja de manera similar a un sistema de calefacción, con un salto térmico pequeño (alrededor de 7°C) entre dos temperaturas altas (alrededor de 85-95°C). En estos casos, al tener un salto térmico pequeño, la transferencia de calor entre el sistema solar y el proceso será más difícil y ello será objeto de estudio para conocer si este tipo de instalaciones son rentables.
- **Procesos de generación de vapor:** se ha identificado que en muchas de las empresas seleccionadas se disponen de redes de vapor en la que existen diversos procesos que consumen vapor directo mediante su inyección a proceso. Esta inyección supone una pérdida de volumen en la red que se debe reponer con agua fría de red. Una instalación solar capaz de producir vapor sería muy costosa, pero podemos proponer un sistema de precalentamiento del agua fría de red del que se alimenta la caldera con energía solar para que la demanda térmica en la caldera sea menor y con ello se ahorre combustible.
- **Procesos de calentamiento de aire:** otro tipo de procesos común en las empresas es la generación de aire caliente para procesos de secado, para ello se emplean quemadores de manera directa, pero se considera que este tipo de calentamiento o al menos una parte de precalentamiento se podría realizar con energía solar. En este punto, se propondrán los colectores solares de aire para comprobar si es una tecnología viable en el sector industrial.

2.3.3 Típicas temperaturas de trabajo en los procesos

Dado que el rendimiento de los colectores disminuye a medida que la temperatura de trabajo es mayor, se priorizará la propuesta de instalaciones solares para procesos a media-baja temperatura, es decir, no superior a los 200°C.

Las empresas seleccionadas cuentan con procesos con temperaturas de trabajo que van desde los 30-60°C para el calentamiento de agua hasta los 180-200°C en la generación de vapor. A continuación se muestran las temperaturas de trabajo identificadas en los procesos de las empresas seleccionadas.

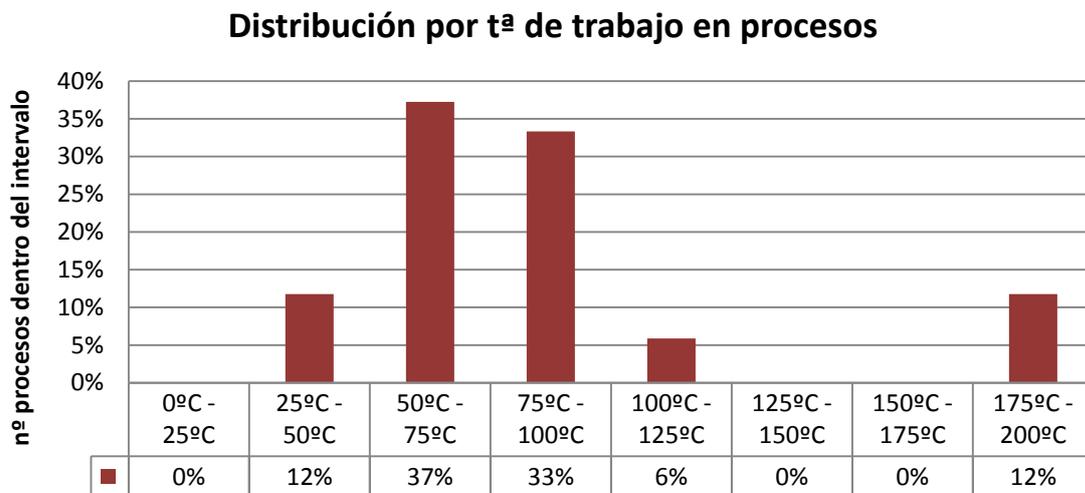


Gráfico 2. Distribución de empresas por tª de trabajo

El rango de trabajo más común para los procesos de las empresas seleccionadas se encuentra entre los 50-100°C. Dentro de este rango estarán cerca del 70% de casos de estudio y corresponderán a procesos de limpieza, tratamiento térmico y demás.

Vemos que un 12% de los procesos están en el rango de 175-200°C. Para éstos, será muy difícil abastecerlos con solar térmica, por lo que quedarán generalmente fuera del alcance de las propuestas. Corresponden principalmente a quemadores de fuego directo para calentar aire, inyección de vapor a alta presión en proceso y similares.

También es destacable el 12% dentro del rango de 25-50°C; estos procesos suelen deberse a climatización, secaderos o procesos de calentamiento para atemperado a baja temperatura. Para éstos, no habrá problema en abastecerlos con energía solar.

2.3.4 Histograma de consumos, precios energéticos y demandas

Atendiendo al consumo energético, coste de dicha energía, y demanda propuesta para abastecimiento de energía térmica, tenemos los siguientes resultados:

Consumo total de la empresa

En el siguiente gráfico podemos ver las distintas tipologías de consumos de energía térmica totales anuales para las empresas seleccionadas:

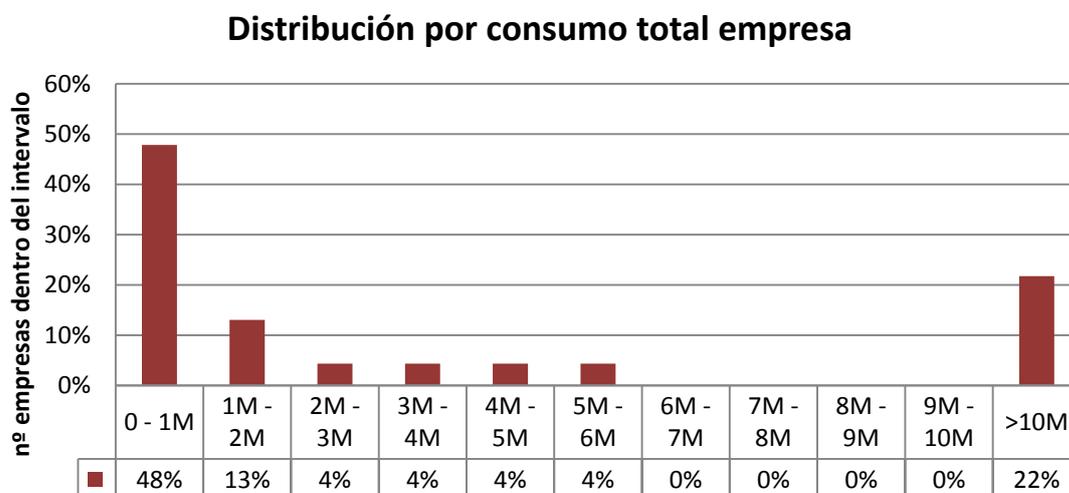


Gráfico 3. Distribución de empresas por consumo energético anual

En los resultados de la encuesta vimos que el perfil típico de las empresas que la han respondido son PYMEs, por lo que también la mayor parte de las empresas seleccionadas (77%) tienen consumos relativamente pequeños, entre 0 y 6 millones de kWh al año. De estos consumos, la mayor parte se centra en un rango de menos de 1.000.000 kWh/año, lo que manifiesta que el perfil típico de estas empresas es pequeño.

El 22% de empresas restantes son grandes empresas cuyos consumos de energía térmica son superiores a los 10.000.000 kWh/año, pudiendo llegar en algunos casos hasta los 100 millones. Dado que estas empresas son grandes consumidoras, abarcan más del 85% de la suma de todos los consumos energéticos de las empresas seleccionadas, de modo que aunque sean un número reducido, el impacto de los ahorros en las grandes empresas será mucho mayor en el sector.

La mayoría de estas empresas consumen gas natural o gasóleo, aunque también existen otros combustibles con menor uso como son la electricidad, biomasa, o calores residuales. Como veremos en el siguiente gráfico el 50% de las empresas usa gas natural y el 34% usa gasóleo.

Distribución de empresas por tipo de combustible

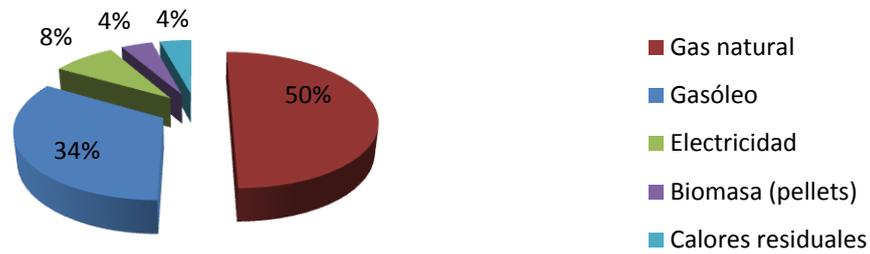


Gráfico 4. Distribución de empresas por uso de combustible

El gasóleo es en general un combustible de uso marginal, destinado a aquellas empresas que por volumen de consumo o por situación geográfica no pueden disponer de un suministro de gas. Aunque muchas empresas lo tienen, éstas tienen consumos muy reducidos, por lo que si sumamos todos los consumos de las empresas en todos los combustibles, la mayor parte corresponderá a gas natural, como vemos en el siguiente gráfico:

Distribución de consumos por tipo de combustible

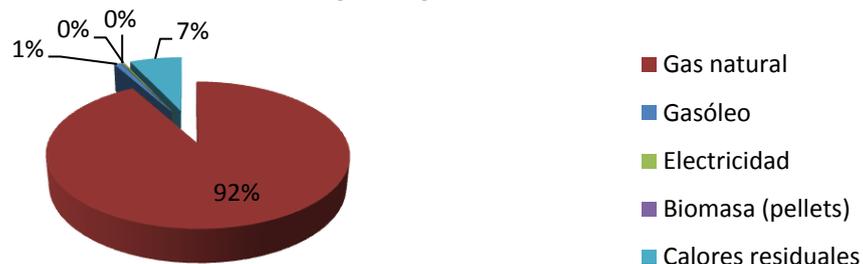


Gráfico 5. Distribución de consumos por uso de combustible

El gas natural tiene un peso tan importante debido a que los grandes consumidores de energía emplean gas natural para generar energía térmica. Otra parte importante del peso corresponde al uso de calores residuales debido a instalaciones de cogeneración en grandes empresas.

Por tanto, podemos concluir que el gas natural es el combustible más empleado, tanto en número de empresas como en volumen de energía consumida. El gasóleo también es un combustible importante por su elevado uso en empresas pequeñas, aunque con consumos reducidos.

Coste energético de la empresa

En función del tipo de combustible utilizado, el precio medio en €/kWh se muestra en el siguiente gráfico:

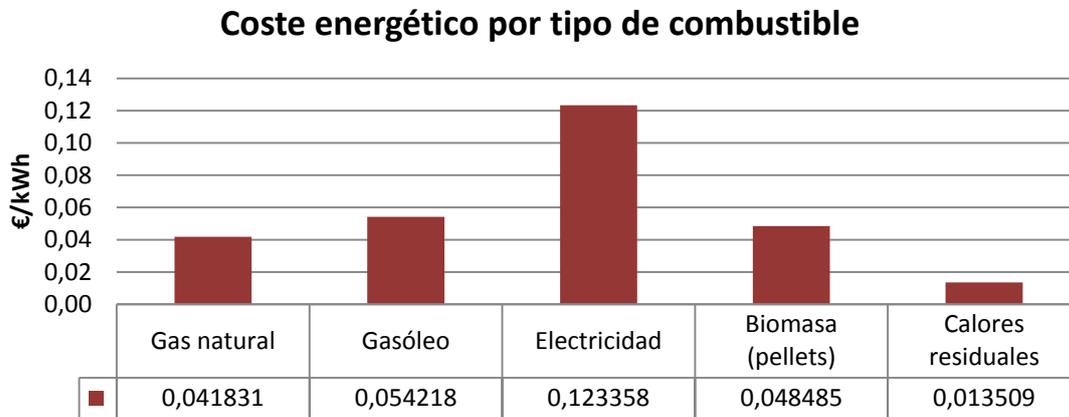


Gráfico 6. Distribución de coste energético por tipo de combustible

El combustible más costoso es la electricidad debido a que es la manera menos eficiente de generar calor, y como vemos, está totalmente fuera del rango del resto de combustibles. Se podrá justificar el uso de electricidad para generar calor por motivos de desabastecimiento de otros combustibles o por razones de limpieza o emisiones locales en los puntos de utilización de calor. El planteamiento de instalaciones solares para evitar el consumo de electricidad generará un porcentaje de ahorro elevado debido a que estaríamos eliminando parte del consumo con el precio más elevado posible por kWh.

El resto de combustibles habituales están en el mismo rango, en torno a los 0,05 €/kWh y el impacto en el ahorro de este tipo de instalaciones será similar. Cabe destacar que en este caso el precio de la biomasa es superior al de gas natural, cuando generalmente suele ser inferior, esto se debe a que los consumos de biomasa se deben a pequeños consumidores (PYMES) que no logran un precio tan competitivo como los grandes consumidores, mientras que en el precio del gas natural influyen muchas grandes empresas con precios muy competitivos.

Demanda propuesta para abastecimiento de energía solar térmica

Atendiendo a los procesos susceptibles de ser abastecidos con energía solar térmica, se ha identificado la demanda de cada uno de ellos en base a los datos de funcionamiento y se han sumado para calcular la demanda térmica que podría abastecerse con energía solar en cada empresa.

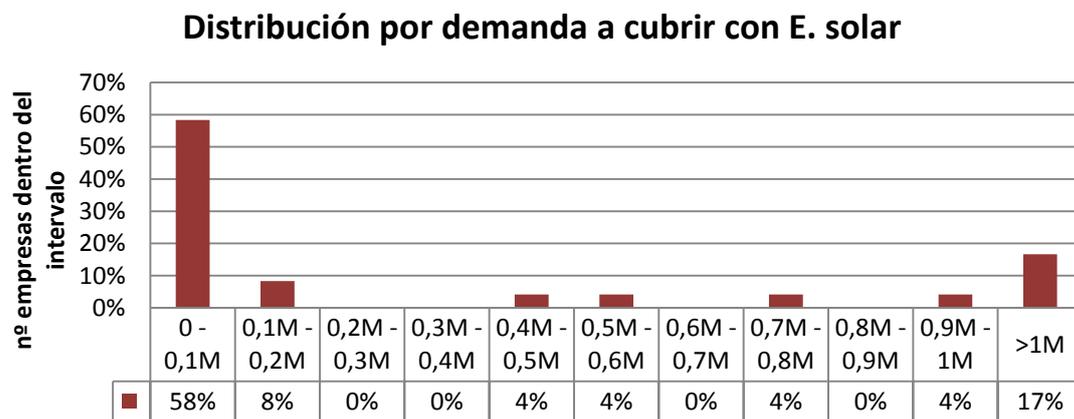


Gráfico 7. Distribución de empresas por demanda a cubrir con energía solar

Para calcular la demanda se han descartado aquellos procesos con una temperatura demasiado elevada, que harían la instalación solar no rentable. Dado que la mayoría de empresas son PYMEs y que los procesos a media-baja temperatura solo son una parte de los consumos totales de las empresas, vemos que para la mayoría de casos la demanda a cubrir con energía solar es de menor de 1.000.000 kWh/año.

La mayor parte de demanda a abastecer es inferior a los 100.000 kWh/año. Podemos destacar que un 17% de las empresas participantes sí que tendrán una demanda solar elevada, correspondiente a los grandes consumidores de energía.

En promedio, podemos estimar que alrededor de un 31% del consumo total de la empresa se podría abastecer con energía solar térmica. En este aspecto existe una gran diferencia entre las PYME y las grandes empresas, siendo generalmente el porcentaje de cobertura solar elevado en las PYME y muy pequeño en las grandes empresas.

2.4 Tipología de instalaciones planteadas

2.4.1 Procesos seleccionados

Atendiendo a los datos recopilados de procesos, temperaturas y consumos, podemos agrupar los diferentes casos de las empresas seleccionadas en varias tipologías de instalaciones:

1. **Instalación para producción de agua caliente a menos de 60°C:** este tipo de instalaciones serán similares a las domésticas, con colectores solares convencionales, ya que la exigencia de temperatura no es elevada. Se trata de calentar agua fría de red hasta los 60°C y generalmente se emplea en aplicaciones de limpieza con baja exigencia.
2. **Instalación para producción de agua caliente a más de 60°C:** serán similares a las anteriores pero calentando agua de red hasta una temperatura más elevada, normalmente entre 80-100°C. En este caso los colectores solares tendrán una exigencia superior en cuanto a prestaciones y se emplean para procesos de limpieza con elevadas exigencias de saneamiento. También se incluyen en este tipo las aplicaciones de precalentamiento de agua para entrada a calderas de vapor.
3. **Instalaciones para generación de aire solar:** se trata de instalaciones donde se calienta el aire ambiente hasta una t° determinada para aplicaciones de secado de producto. Para ello se planteará el uso de colectores e aire o bien sistema de baterías de calentamiento aire-agua de no poder utilizar los primeros.
4. **Instalaciones para aportar salto térmico a un caudal de agua:** en este último tipo no se calienta agua o aire frío que proviene del exterior, sino que se deberá mantener la temperatura de un caudal térmico en circuito cerrado tal y como lo haría una caldera convencional, aportándola un salto térmico fijo que suele ser de en torno a 7°C.

Las razones de elegir estas tipologías son principalmente identificar una serie de aplicaciones comunes entre empresas, que más tarde permitirá compararlas entre sí y conocer qué configuraciones son las más adecuadas.

En muchas empresas, la existencia de una gran cantidad de puntos de consumo distribuidos por la empresa no hace viable la instalación de energía solar en los puntos donde se genera el agua caliente ya que supondría una modificación de la instalación no asumible en coste. Por ello, se propone la ubicación del aporte solar en la zona de sala de calderas que es donde se distribuye el calor a todos esos puntos. De ahí surge la tipología de salto térmico a un caudal de agua.

En todo momento las instalaciones solares se han propuesto como un apoyo al sistema actual de generación de energía térmica, ya que dadas las necesidades de continuidad del proceso productivo bajo cualquier tipo de condición climatológica, se debe asegurar este abastecimiento.

2.4.1 Temperaturas de trabajo seleccionadas

Sabiendo que el rendimiento de los colectores solares es menor cuanto mayor es la temperatura de trabajo, se ha seleccionado los procesos térmicos a abastecer con energía solar en base la temperatura de trabajo permita que la instalación tenga un nivel aceptable de rentabilidad.

Dado que las empresas cuentan con procesos a varias temperaturas, la temperatura final de trabajo se ha escogido estableciendo un compromiso entre aporte energético y viabilidad de la inversión de modo que en ocasiones será la máxima T^a de los procesos de planta y en otras, por razones técnicas, será una temperatura menor, de modo que la instalación solar sólo hará un precalentamiento en vistas a que el aporte energético se aproveche al máximo y con ello la inversión a realizar.

Por tanto, los rangos de temperatura seleccionados para las propuestas de instalaciones solares térmicas son las siguientes:

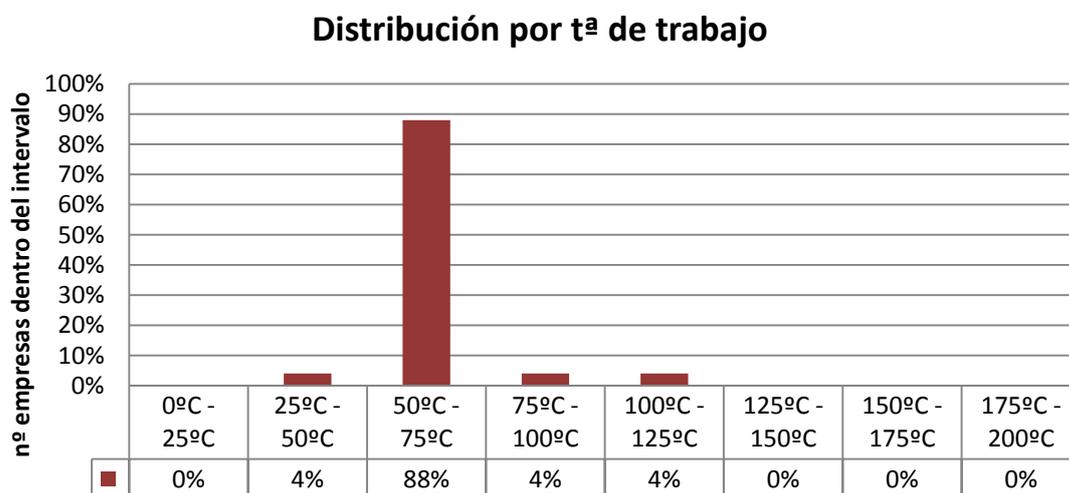


Gráfico 8. Distribución de empresas por t^a de trabajo

Como vemos, la mayoría de instalaciones propuestas trabajan entre 50 y 75°C debido a que es el rango de temperaturas donde los colectores muestran un rendimiento óptimo. Esto se debe a que la mayoría de empresas industriales posee procesos térmicos de limpieza con ACS, y a que una temperatura de 60°C es el proceso más común en este tipo de instalaciones.

Para el resto de rango de temperaturas, vemos que no existen muchos casos de estudio, bien porque éste tipo de procesos no se dan en las empresas o porque éstos no son viables económicamente.

La razón por la que no se han propuesto instalaciones por encima de los 125°C es que, según instaladores de energía térmica, para temperaturas a partir de 100-125°C se debería utilizar un fluido caloportador diferente que aumentaría tanto el coste de instalación como el de mantenimiento, y que incluso podría generar problemas en las instalación en los meses de invierno donde la instalación solar trabaje a carga muy baja.

3 ELABORACIÓN DE PROPUESTAS

Se realizará un pre diseño de las instalaciones y la simulación económica de la inversión y explotación de la nueva instalación.

3.1 Método de cálculo de las propuestas

El procedimiento para realizar los estudios ha sido el método F-CHART, que está diseñado exclusivamente para realizar cálculos numéricos.

Se ha elegido este método porque es el más difundido y fiable para realizar cálculos de sistemas solares térmicos para satisfacer las necesidades energéticas de diversas aplicaciones. También se trata del método más adecuado para estimaciones a medio-largo plazo, pudiéndose aplicar cálculos a diversa escala temporal, aunque en este caso se ha optado por la escala mensual.

Este método permite determinar la fracción de cobertura solar de una instalación, que es el porcentaje de energía que el aporte solar es capaz de cubrir respecto de demanda energética de la instalación.

Por otra parte también se pueden determinar el área e inclinación de la superficie de captación, el volumen del sistema de almacenamiento térmico, y demás elementos de la instalación.

3.2 Selección del tipo de captador y demás elementos

En función del tipo de fluido que se va a calentar (aire o agua), se han elegido dos tipos diferentes de captadores.

Captador de aire

En el caso de que el fluido de trabajo sea el aire, el captador elegido es el siguiente:

Captador solar para aire	
Tipo de Captador	GLK M Colector Central
Precio (€)	686
Área total(m ²)	2,5
Peso en vacío (kg)	75
Capacidad de fluido (l)	1,26
Fluido caloportador	aire
Rendimiento óptico	0,794
Caudal recomendado (l/h·m ²)	20 - 100
K1 (W/(m ² k))	9,508
K2 (W/(m ² k))	0
Área apertura (m ²)	2,3
Área absorbedor (m ²)	2,3



Tabla 2. Características de colector solar de aire

Como el uso del aire solar aún está en desarrollo y no hay muchos proveedores solares que los distribuyan. Se ha optado por este en concreto debido a su elevada relación rendimiento óptico/precio.

Captador de agua

En el caso de que el fluido de trabajo sea el agua, el captador elegido es el siguiente:

Captador solar para agua	
Tipo de Captador	SOLARIA-2.4 AL S8
Precio (€)	717
Área total(m ²)	2,4
Peso en vacío (kg)	43
Capacidad de fluido (l)	1,26
Fluido caloportador	Agua / Agua + glicol
Rendimiento óptico	0,7296
Caudal recomendado (l/h·m ²)	45
K1 (W/(m ² k))	2,51
K2 (W/(m ² k))	0,038
Área apertura (m ²)	2,17
Área absorbedor (m ²)	2,14



Tabla 3. Características de colector solar de agua

Para la mayoría de casos de estudio se ha elegido un tipo convencional de colector solar plano cuya temperatura máxima de uso estará en torno a los 60°C.

Inicialmente se optó por el uso de colectores de tubos de vacío, ya que son capaces de alcanzar temperaturas más altas. Sin embargo, esta idea fue descartada durante la fase de cálculo de viabilidad económica debido a que la mejora en el rendimiento óptico de los colectores de tubos de vacío respecto de los planos es de un 10%, mientras que el incremento en precio es de un 30%, lo que hace que el aumento de ahorro no compense la inversión a realizar, disminuyendo la rentabilidad.

Para las pequeñas empresas también se propuso instalar kits solares, pero esa idea también fue descartada puesto que los colectores incluidos en cada kit no eran suficientes para obtener un ahorro relevante.

Depósito de acumulación

Mayoritariamente se han utilizado acumuladores diseñados específicamente para instalaciones solares térmicas. El volumen de acumulación recomendado está entre 80% y el 100% del consumo diario de agua, y se ha intentado seguir este criterio en los casos de estudio en los que ha sido posible.

En ciertos casos donde se es capaz de consumo la energía a medida que se genera, se ha propuesto instalar el acumulador con un volumen mucho menor al consumo diario de agua como método para aportar inercia a la instalación, aunque no vayan a ser usados es la mayoría de situaciones.

3.3 Método de cálculo

Como se ha comentado anteriormente, el método utilizado para realizar los cálculos del sistema solar térmico es el F-Chart.

Los datos iniciales para el cálculo de instalaciones son los siguientes:

- La **demanda térmica**, es decir, la cantidad de energía que se requiere suplir con el sistema a instalar. En el caso de que no se conozca la demanda térmica de la industria, se puede calcular a partir del salto térmico que se quiera dar al fluido, el consumo diario de fluido, el número de días de cada mes y el calor específico del agua.

$$L = M \cdot n_{mes} \cdot c_{agua} \cdot (T_{ACS} - T_{af})$$

- **Emplazamiento** de la industria: localidad en la que se encuentra y su latitud.
- **Irradiación solar inclinada diaria**. Se puede calcular a partir de la irradiación horizontal multiplicándolo por un coeficiente K previamente tabulado en función de la orientación y la latitud.

$$H_{\beta} = k \cdot H_{0^{\circ}}$$

- **Temperaturas diurnas promedio**.
- **Temperaturas del agua fría de red (en caso de que sean necesarias)**.

Una vez que conocemos todos los valores iniciales de temperaturas e irradiación se pasará a calcular los factores X e Y

$$X = F_R U_L \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot (100 - T_{mes}) \cdot t \cdot \frac{A}{L} \cdot K^{dep} \cdot K^{ACS}$$

Donde,

$F_R U_L$ = Coeficiente de pérdidas del captador $4,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$

$\frac{F'_R}{F_R}$ = 0,95

t = Segundos del mes en cuestión

A = Área total del sistema de captadores:

L = Carga térmica mensual

K^{dep} = El factor de corrección por capacidad del depósito

$$K^{dep} = \left(\frac{V/A}{75}\right)^{-0,25}$$

K^{ACS} = El factor de corrección por sistema ACS sin calefacción. En el caso de que el sistema se destine para sistemas de ACS

$$K^{ACS} = \frac{11,6 + 1,18T_{ACS} + 3,86T_{af} - 2,32T_{max}}{100 - T_{max}}$$

$$Y = F_R (\tau \alpha)_n \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{\tau \alpha}{(\tau \alpha)_n} \cdot H_\beta \cdot n_{mes} \cdot \frac{A}{L}$$

Donde,

$F_R (\tau \alpha)_n$ = Rendimiento óptico del captador

$\frac{F'_R}{F_R}$ = 0,95

A = Área total del sistema de captadores

L = Carga térmica mensual

$\frac{\tau \alpha}{(\tau \alpha)_n}$ = Modificador del ángulo de incidencia:

- En primavera y verano
 - o Captadores con una cubierta: 0,92
 - o Captadores con dos cubiertas 0,90
- En otoño e invierno
 - o Captadores con una cubierta: 0,96
 - o Captadores con dos cubiertas 0,94

A partir de estos datos dos factores X e Y se ha calculado la fracción solar del sistema, que es el porcentaje que el aporte solar es capaz de cubrir respecto de la demanda energética de la instalación.

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

A partir de este método de cálculo se puede ver mensualmente la cantidad de demanda energética que suplen los colectores solares y la que tiene que aportar el sistema principal de calentamiento. A partir de estos datos se calcularán los ahorros mensuales y anuales y finalmente el tiempo de retorno de la inversión.

Para determinar la mejor solución para cada caso de estudio, se realizarán varias iteraciones en las que se modificarán los valores clave para dimensionar la instalación tales como el tipo de captadores, su inclinación y número, volumen de acumulación o temperatura de trabajo. El perfil energético de la instalación solar cambiará a medida que estos factores cambien hasta que se consiga la solución con mejor relación ahorro/retorno de la inversión.

Se han realizado varias propuestas finales para cada empresa en los que se buscaba optimizar el uso de la instalación solar. En algunos casos, se han modificado las temperaturas de uso para maximizar el uso del sistema solar. Uno de los principales factores a tener en cuenta para variar estas temperaturas son las temperaturas de trabajo admisibles en los colectores solares. En la mayoría de casos, para llegar a una solución rentable, se ha establecido una temperatura máxima de 60°C. Por ello, en muchos de los casos de estudio se plantea el uso de la instalación solar como sistema energético auxiliar para tareas de precalentamiento antes del sistema de calentamiento principal en lugar de sustituir momentáneamente a éste.

3.4 Resultados de las propuestas

En apartados anteriores, para calcular las demandas energéticas propuestas para ser abastecidas con energía solar para cada empresa, se han escogiendo la parte de la demanda que mejor se podría abastecer con energía solar, que como vimos en promedio suponían alrededor del 31% del consumo total de la empresa.

A partir de esta demanda, a continuación se presenta los porcentajes de contribución solar conseguidos para los distintos casos de estudio.

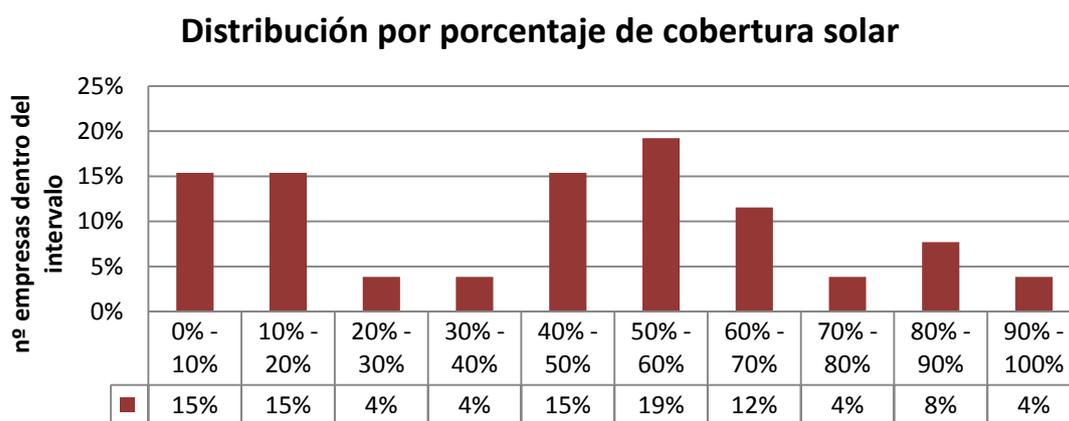


Gráfico 9. Distribución de empresas según % de cobertura solar

Como vemos, el 62% de los casos de estudio tiene un porcentaje de cobertura solar superior al 40% sobre la demanda inicialmente propuesta, por lo que tenemos un elevado número de casos con alta probabilidad de éxito.

Desde el consumo total de la empresa, se ha ido reduciendo el alcance del aporte energético de la instalación solar hasta adaptarla a un tipo de demanda que sea adecuado para este tipo de tecnología, el porcentaje de cobertura solar se aplicará sobre el último nivel del alcance, que en resumen es el siguiente:

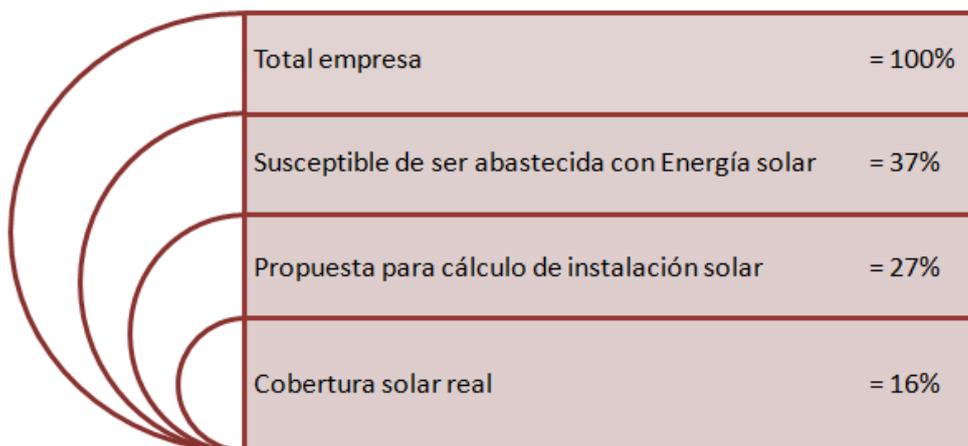


Gráfico 10. Alcance del % de cobertura solar

El impacto de la cobertura solar de las instalaciones propuestas es el siguiente:

- Demanda total de la empresa en energía térmica, este consumo es el 100% del consumo térmico de la empresa y viene dado por el consumo de combustibles fósiles.
 - Demanda susceptible de ser sustituido por energía solar térmica: de todo el consumo de la empresa, se seleccionarán aquellos procesos a baja-media temperatura que en principio sean adecuados para ser abastecidos con solar térmica. En promedio, este consumo es el 37% del consumo total de las empresas.
 - Demanda propuesta para el cálculo de la instalación solar: de los consumos susceptibles de incorporar energía solar, se seleccionarán aquellos cuya temperatura de trabajo, horas de uso, y demás características sean idóneas para que la propuesta resultante tenga la rentabilidad más alta posible. Estos consumos suponen el 73% de la demanda susceptible de incorporar solar, lo que globalmente se traduce en un 27% del consumo total de la empresa.
 - Cobertura solar real: respecto de la demanda propuesta, la cobertura solar real será la cantidad de energía que al instalación es capaz de aportar según las condiciones de radiación solar de la zona, t^a de trabajo y demás. La cobertura solar media ha sido del 57%, lo que globalmente se traduce en un impacto del 16% sobre el consumo total de la empresa.

Esto quiere decir que del 27% del consumo total de las empresas que se planteó para ser abastecido con energía solar, solo se ha conseguido abastecer en promedio un 57% de dicha demanda. Esto hace un impacto de entre el 16% del consumo total de la empresa.

Generalmente, la parte que falta de cubrir con energía solar corresponde a procesos con una temperatura muy elevada, donde la instalación solar solamente hace un precalentamiento del agua más fría que entra a la fábrica. También puede deberse a que parte de demanda haya sido eliminada para obtener una superficie de captación cuya inversión sea más viable.

Dicho porcentaje de cobertura solar corresponderá al porcentaje de ahorro de energía que se evita producir con combustibles fósiles.

3.5 Indicadores de viabilidad económica

Para evaluar los indicadores de viabilidad económica se tendrá en cuenta el balance entre ahorros económicos derivados de dejar de consumir combustibles fósiles y los gastos que implica la instalación de energía solar térmica (inversión inicial + mantenimiento anual).

3.5.1 Proveedores/instaladores de energía solar térmica

Para el cálculo del **presupuesto de instalación** se ha contactado con distintos instaladores de energía solar térmica, obteniendo una respuesta dispar a la petición de ofertar una instalación solar en un local industrial. Las conclusiones del contacto con instaladores son las siguientes:

- Muchas de las empresas dedicadas a la instalación de energías renovables han desaparecido o han trasladado su actividad hacia el mantenimiento de instalaciones industriales, dejando la ejecución de las mismas a otras empresas.
- En muchos casos se tratan de instaladores que en teoría engloban todo tipo de energías renovables pero que en realidad su principal actividad se centra en instalación de calderas de biomasa y paneles fotovoltaicos, principalmente en edificación. Por ello, no disponen de la infraestructura suficiente para ejecutar este tipo de instalaciones y por lo tanto tampoco pueden ofertarlas.
- También existen instaladores capacitados para presupuestar este tipo de instalaciones pero que han abandonado por completo la línea de negocio de solar térmica debido a su escasa implantación y el reducido interés que hay en el mercado hacia estos sistemas.
- Dentro de los instaladores que tienen capacidad para presupuestar y cuya actividad actual engloba a las instalaciones solares térmicas, se ha obtenido una respuesta positiva acerca de calcular la inversión necesaria, sin embargo, este tipo de empresas tienen su pico de trabajo durante los meses de verano (debido a que las grandes empresas aprovechan esos meses para realizar paradas largas para el mantenimiento o modificación de instalaciones), por ello, el primer semestre del año es una época en la que recibir la respuesta de estas empresas se puede ver muy dilatada en el tiempo. En general, a partir de este tipo de instaladores lo que se ha conseguido son precios realistas y tipología de equipos recomendados para el diseño de la instalación.

En resumen, tenemos que al tratarse de instalaciones industriales de gran envergadura, para recibir el presupuesto de instalación de energía solar térmica debemos manejar un plazo de meses debido a la época de pico de trabajo de las empresas instaladoras o disponer solamente de una serie de casos de estudio presupuestados en detalle y extrapolar los precios a los casos que sean similares.

Para los cálculos de este proyecto, además de la respuesta de instaladores, se han consultado catálogos de diferentes fabricantes para los principales elementos de la instalación (captadores,

depósitos, etc.) para conocer es estado del mercado y poder analizar la respuesta de los instaladores de una manera más detallada.

Por tanto, para obtener los precios de instalación de cada uno de los casos de estudio, se ha partido de las ofertas elaboradas por completo para una serie casos de estudio, a partir de las que se obtendrán los precios de los distintos elementos y se completarán extrapolando dichos precios a los casos de estudio restantes.

En cuanto a los **costes de mantenimiento**, tenemos que los costes típicos de mantenimiento para instalaciones solares térmicas son:

- 600 €/año para instalaciones de 8-10 colectores
- 1.200 €/año para instalaciones de 18-20 colectores

Generalmente estos costes de mantenimiento se refieren a instalaciones en edificación, donde la principal problemática que existe es que sólo se realiza un mantenimiento anual y ello provoca que los fallos no se detecten a tiempo y ello incremente los costes de reparación.

Dado que las instalaciones propuestas son para empresas industriales donde cada empresa cuenta con su propio personal de mantenimiento, es entendible que estos costes se debería reducir debido a que las principales tareas serían ejecutadas por el propio personal (limpieza de colectores, revisión del estado de elementos, identificación de fugas/averías...).

En muchos casos, sobre todo en empresas pequeñas, la viabilidad de la inversión puede verse afectada en gran medida debido a que los costes de mantenimiento suponen gran parte del ahorro, de modo que un coste de mantenimiento anual elevado haría que la inversión no llegue a amortizarse.

3.5.2 Costes de inversión de las propuestas

En base a los precios calculados en el apartado anterior, la distribución de costes de instalación para las distintas empresas en el siguiente:

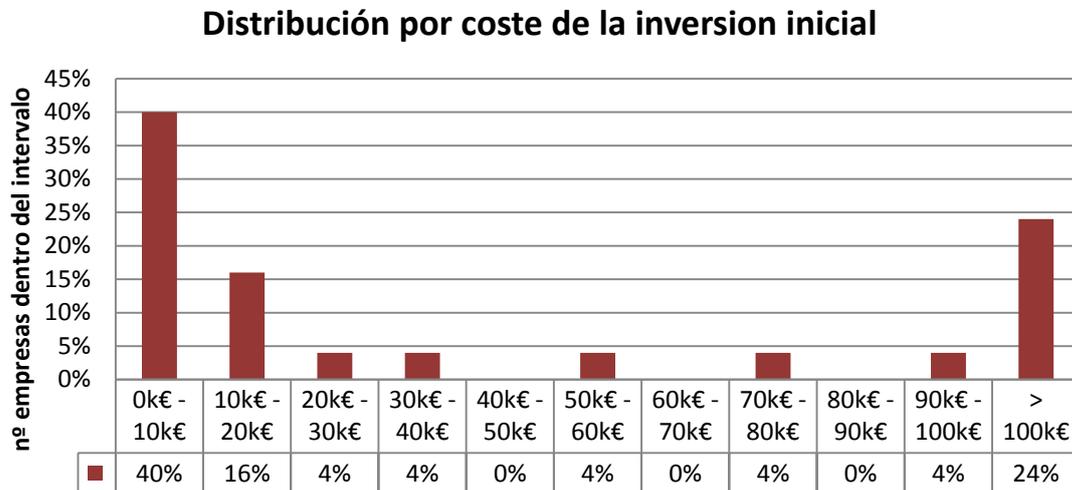


Gráfico 11. Distribución de empresas según coste inversión inicial

Como vemos, existe una mayoría de instalaciones (56%) con un coste de inversión inicial inferior a 20.000 €. Estos casos corresponden a Pymes, que es la tipología de empresa que más se repite en el listado.

Posteriormente, en función del tamaño de la empresa y en proporción a sus consumos energéticos, existen instalaciones de diversos tamaños entre 20.000-100.000€.

Por último, tenemos que el 24% de los casos de estudio corresponden a instalaciones de más de 100.000€, que corresponderán a grandes empresas con elevados consumo térmicos que permiten la instalación de campos de captación más extensos.

El coste de implantación dependerá directamente de la superficie de captación instalada, de modo que el coste de inversión y los m² instalados crecerán proporcionalmente, dependiendo directamente el uno respecto del otro.

3.5.1 Retorno de la inversión (viabilidad económica)

Relacionando el ahorro económico resultante de aplicar el porcentaje de cobertura solar a la demanda de la empresa y el coste de inversión inicial, obtendremos la viabilidad económica para cada caso de estudio.

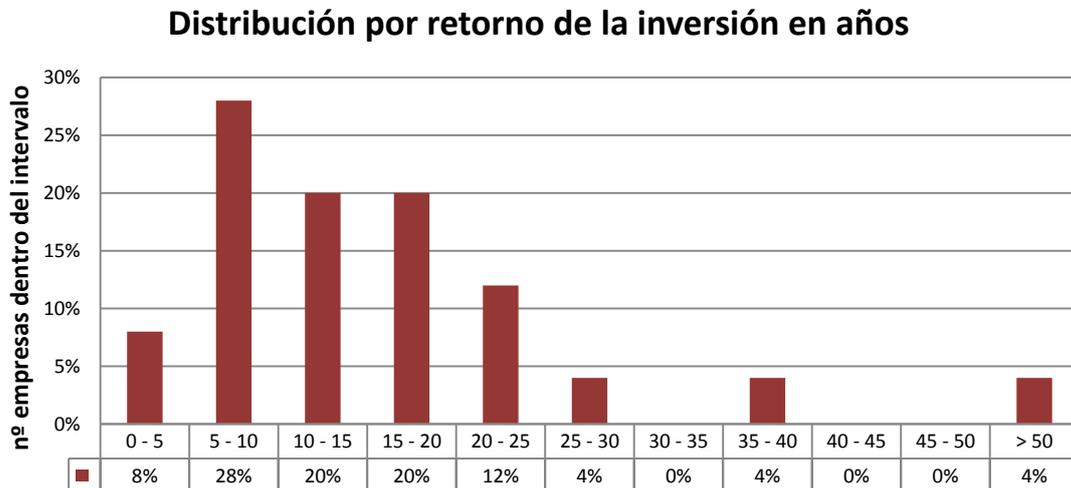


Gráfico 13. Distribución de empresas según retorno de la inversión

En el gráfico vemos que hay una serie de casos de estudio (56%) que tienen un retorno de la inversión inferior a los 15 años y que podrían ser viables económicamente. Dentro de ellos podemos distinguirlos entre:

- Casos con viabilidad alta (retorno < 5 años) – 8%
- Casos con viabilidad media (retorno 5 – 10 años) – 28%
- Casos con viabilidad baja (retorno 10 – 15 años) – 20%

Algunos de ellos deberían recibir apoyo financiero para hacerlos más viables, sobre todo los que alcanzan retornos de inversión altos.

Por otro lado, hay casos de estudio (38%), cuyo retorno de la inversión es elevado (15-40 años), ya que interferiría con la vida de la instalación y podría no recuperarse la inversión inicial.

Por último, un 4% de los casos de estudio resultan no viables debido a que el retorno de la inversión superaría los 50 años.

Atendiendo al coste de inversión y al retorno, en el siguiente gráfico veremos que cuanto mayor es el coste de inversión (y por tanto la superficie instalada), menor será el retorno de la inversión, pasando de los 25 años instalaciones pequeñas hasta los 10 años para las más grandes.

Dentro de las instalaciones más pequeñas, existirá una alta variabilidad de retornos de inversión, dependiendo de la tipología de equipos para cada caso concreto, que pueden hacer tanto que sea altamente rentable como todo lo contrario.

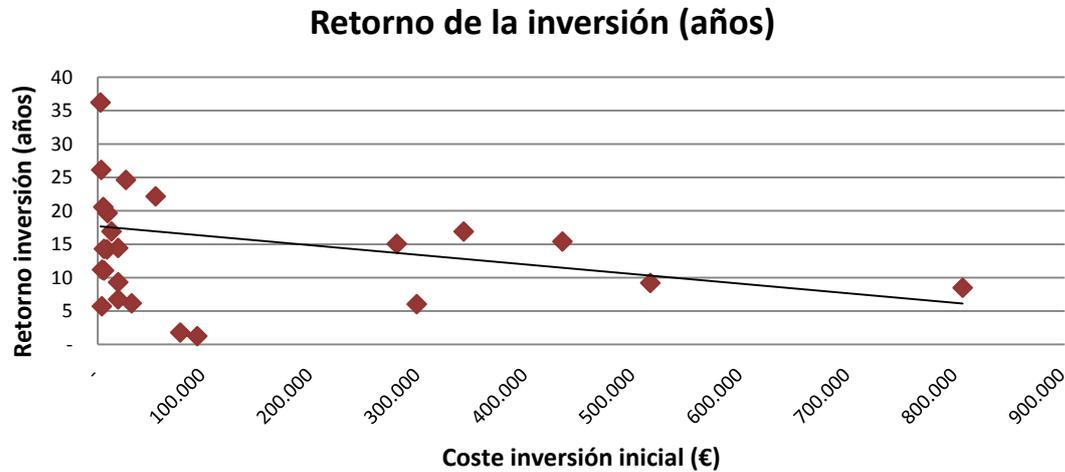


Gráfico 14. Retorno de la inversión vs. Coste inversión inicial (€)

Respecto al resto de parámetros de los que depende el diseño de una instalación solar (temperatura de trabajo, tipo de instalación, procesos a abastecer, etc.), no se ha apreciado una correlación evidente entre éstos y el retorno de la inversión, debido a que en cada caso particular el abastecimiento de la demanda se realiza de una manera concreta y de ello dependerá en gran medida el éxito en la implantación de solar térmica. Solamente se aprecia un ligero aumento de la viabilidad cuanto mayor es la temperatura de trabajo hasta alcanzar un límite de unos 120°C.

Dentro del combustible utilizado, sí que se ha identificado que los ahorros más elevados se consiguen en aquellas instalaciones donde actualmente se consume gasóleo, electricidad o biomasa; sin embargo, debido a los costes energéticos y a la cantidad de energía consumida en cada caso particular, los retornos de inversión sólo favorecen a las instalaciones que consumen electricidad.

También es destacable que este tipo de instalaciones no serán viables en aquellas empresas donde ya se aprovechan energías renovables de tipo calores residuales o similares, ya que dicho calor tiene un coste energético muy bajo que no permitiría rentabilizar la inversión en una instalación solar.

Dentro de las empresas que consumen gas natural también podrán existir casos de éxito, ya que tanto el porcentaje de ahorro como el retorno de la inversión se encuentran en valores promedio aceptables.

3.5.2 Viabilidad económica según costes de mantenimiento

Para el cálculo del retorno de la inversión se han eliminado los costes de mantenimiento debido a que para determinar el coste anual del consumo de combustible fósil tampoco se han tenido en cuenta y además, debido a que dichos costes están generalmente enfocados a instalaciones domésticas, en muchos casos dicho coste de mantenimiento anual es muy elevado y prácticamente se equipara con el ahorro conseguido, lo que haría inviable la implantación de energía solar térmica principalmente en las pequeñas instalaciones ya que la inversión nunca llegaría a recuperarse.

Se propone como solución asignar el máximo número de tareas de inspección, limpieza y reparación al propio personal de mantenimiento de la empresa. Para ello será necesario que ésta instalación sea sencilla y fácil de mantener, para lo que resulta útil disponer de colectores solares planos cuyo fluido caloportador sea agua que no supere los 99°C. Para el caso de los colectores solares de tubos de vacío, al tener un fluido de trabajo diferente (fluido refrigerante o similar), tanto el coste de implantación como el mantenimiento se encarecerían y esto iría en contra de la viabilidad económica.

De este modo, habría que negociar las condiciones de mantenimiento con el instalador y valorar éste coste como el último de los principales factores a tener en cuenta a la hora de evaluar la ejecución de la inversión, una vez que se haya establecido que la inversión es viable en el resto de aspectos.

4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO ECONÓMICO

Como conclusiones del estudio económico podemos citar las siguientes:

- Para que una instalación solar sea rentable se deberá seleccionar cuidadosamente el tipo de demanda a abastecer para que favorezca que los captadores solares trabajen con rendimientos altos.
- Uno de los factores principales de los que depende la rentabilidad de la inversión es el tamaño de la instalación, cuanto mayor sea, menor impacto tienen los elementos auxiliares y por tanto menor es el precio €/m² y con ello el retorno de la inversión.
- Se aprecia una ligera mejoría de la viabilidad económica cuanto mayor es la temperatura de trabajo, aunque en generar cuanto mayor sea la temperatura más costosa será la instalación y más peligro para la seguridad conlleva.
- A pesar de lo anterior, existen casos con alta viabilidad en todos los tipos y tamaños de empresas, dependiendo de la combinación entre la cantidad de energía a abastecer, temperatura de trabajo, salto térmico a vencer y viabilidad técnica a la hora de ejecutar la instalación.
- La tecnología de aire solar es una opción con alta viabilidad cuya instalación es factible en empresas con necesidades de aire caliente. Sin embargo, es una tecnología novedosa que será necesario estudiar en profundidad para conocer sus posibilidades reales de implantación en el entorno industrial.
- La viabilidad de la inversión es más alta en aquellas empresas que utilizan electricidad como energía primaria para generar calor y es más baja en aquellas donde se aprovechan energías renovables del tipo calores residuales y similares.
- Los costes de mantenimiento son un aspecto clave a tener en cuenta para determinar la viabilidad económica, ya que en muchos casos unos costes de mantenimiento elevados interferirían con el ahorro generado y ello provocaría que la inversión nunca llegue a recuperarse. Para evitar un efecto negativo en este aspecto el personal de mantenimiento de la empresa debería asumir el mayor número de tareas posible de mantenimiento de la instalación solar, y para ello es necesario que ésta instalación sea de ejecución sencilla, con paneles solares convencionales y usando solamente agua como fluido caloportador.
- El impacto de las instalaciones solares en el ahorro respecto de los consumos totales de las empresas estará en torno al 16% para los casos de estudio analizados.

ANEXO 1: TABLA RESUMEN DE CASOS DE ESTUDIO

REF	Sector	Combustible utilizado	Consumo anual EMPRESA	Coste anual EMPRESA	Coste suministro energía térmica	Demanda total vs Consumo empresa	Demanda propuesta vs Demanda total	Cobertura solar vs Demanda propuesta	Impacto ahorro sobre consumo total empresa	Tª trabajo colectores	Volumen almacenamiento	Inversión inicial	Costes mto	Ahorro anual	Retorno inversión
			(kWh/año)	(€/año)	(€/kWh)	(%)	(%)	(%)	(%)	(°C)	(litros)	(€)	(€)	(€/año)	(años)
01	Lavandería	Gas natural	1.811.232	61.652 €	0,0340	1,2 %	78,1 %	57,4 %	0,5 %	60	1.000	9.169 €	600 €	327 €	19,6
03	Automoción	Gas natural	5.985.035	214.103 €	0,0358	76,0 %	0,3 %	28,1 %	0,1 %	92	150	3.854 €	551 €	473 €	5,7
05	Alimentación	Gas natural	104.804.269	3.648.728 €	0,0348	0,9 %	74,4 %	58,5 %	0,4 %	55	40.000	340.582 €	10.217 €	14.115 €	16,9
06	Automoción	Gas natural	N/A	N/A	0,0348	0,0 %	78,5 %	20,6 %	0,0 %	55	1.000	432.447 €	3.000 €	19.662 €	15,4
08	Alimentación	Gas natural	3.991.652	166.975 €	0,0418	16,8 %	76,4 %	91,5 %	11,8 %	55	40.000	278.337 €	1.500 €	12.949 €	15,0
10	Piensos	Gas natural	19.599.087	607.571 €	0,0310	7,9 %	98,4 %	63,7 %	5,0 %	120	150	76.832 €	1.500 €	30.236 €	1,8
13	Alimentación	Gas natural	N/A	N/A	0,0802	0,0 %	85,2 %	47,4 %	0,0 %	55	36.000	296.883 €	8.906 €	34.472 €	6,0
15	Alimentación	Gasóleo	50.989	2.810 €	0,0551	83,2 %	19,4 %	94,1 %	15,2 %	55	1.500	8.645 €	904 €	426 €	14,2
17	Automoción	Gas natural	1.167.000	42.383 €	0,0363	11,4 %	75,5 %	25,2 %	2,2 %	50	200	18.985 €	1.200 €	921 €	14,4
22	Alimentación	Gasóleo	122.255	4.998 €	0,0409	13,5 %	95,0 %	15,3 %	2,0 %	60	750	3.254 €	271 €	87 €	26,1
25	Alimentación	Gasóleo	34.930	1.435 €	0,0411	41,5 %	98,4 %	48,5 %	19,8 %	60	600	5.800 €	400 €	284 €	14,3
31	Alimentación	Electricidad	82.537	7.144 €	0,0866	97,9 %	89,4 %	57,5 %	50,3 %	55	3.500	31.563 €	1.200 €	3.592 €	6,2
38	Bebidas	Biomasa	32.076	1.555 €	0,0485	19,1 %	93,3 %	91,6 %	16,3 %	65	110	4.058 €	880 €	254 €	11,2
44	Papel y cartón	C. residuales	14.065.116	190.000 €	0,0135	130,4 %	2,6 %	11,8 %	0,4 %	35	1.000	26.224 €	2.017 €	746 €	24,6
46	Alimentación	Gasóleo	89.820	4.950 €	0,0551	16,4 %	87,4 %	74,6 %	10,7 %	60	2.500	12.821 €	600 €	531 €	16,9
47	Alimentación	Gas natural	30.568.000	1.396.958 €	0,0457	34,4 %	93,9 %	14,7 %	4,8 %	55	20.000	804.901 €	3.000 €	66.449 €	8,5
49	Bebidas	Gasóleo	79.840	4.160 €	0,0521	1,8 %	98,1 %	68,7 %	1,2 %	55	300	2.612 €	600 €	51 €	36,2
50	Farmacéutica	Gas natural	3.600.000	129.600 €	0,0360	0,2 %	87,9 %	66,9 %	0,1 %	50	400	5.198 €	600 €	177 €	20,6
51	Maderero	Gasóleo	1.197.600	57.600 €	0,0481	100,0 %	100,0 %	90,9 %	90,9 %	56	-	92.610 €	3.000 €	52.334 €	1,2
52	Alimentación	Gas natural	4.500.000	90.000 €	0,0200	20,8 %	10,8 %	84,0 %	1,9 %	55	4.500	53.903 €	3.000 €	1.703 €	22,2
53	Alimentación	Gasóleo	155.688	12.480 €	0,0802	39,9 %	90,1 %	44,0 %	15,8 %	60	2.500	18.992 €	1.000 €	1.971 €	6,7
55	Farmacia	Gas natural	902.299	52.400 €	0,0581	61,0 %	10,2 %	44,0 %	2,7 %	55	2.500	18.992 €	1.200 €	1.428 €	9,3
60	Alimentación	Gasóleo	N/A	N/A	0,0612	0,0 %	99,0 %	90,5 %	0,0 %	55	1.500	6.637 €	600 €	71 €	65,2
65	Piensos	Gas natural	2.400.000	132.661 €	0,0553	37,2 %	99,0 %	80,1 %	29,5 %	55	35	514.220 €	5.000 €	39.145 €	9,2
67	Vitivinícola	Electricidad	271.336	43.459 €	0,0802	4,5 %	88,7 %	66,9 %	2,7 %	55	500	5.847 €	600 €	370 €	11,1